

Jurnal Fisika Unand (JFU)
Vol. 10, No. 3, Juli 2021, hal.405 – 412
ISSN: 2302-8491 (Print); 2686-2433 (Online)
<https://doi.org/10.25077/jfu.10.3.405-412.2021>



Analisis Pengaruh Komposisi Serat Pinang dan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Fisis Papan Beton Ringan dengan Agregat Halus Sekam Padi

Habib Andrestama*, Alimin Mahyudin

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 13 September 2021
Direvisi: 5 Oktober 2021
Diterima: 6 Oktober 2021

Kata kunci:

komposisi
papan beton ringan
sifat fisik
sifat mekanik
serat pinang
serat sabut kelapa

Keywords:

areca fiber
coconut fiber
composition
lightweight concrete board
mechanical properties
physical properties

Penulis Korespondensi:

Habib Andrestama
Email: andrestamah@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang analisis pengaruh komposisi serat pinang dan sabut kelapa terhadap sifat fisis papan beton ringan dengan agregat halus sekam padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi dari serat pinang dan serat sabut kelapa terhadap sifat fisis papan beton ringan dengan agregat halus sekam padi. Perbandingan persentase serat pinang dan serat sabut kelapa yang digunakan berturut – turut adalah 0,4% : 1,6% ; 0,8% : 1,2% ; 1% : 1% ; 1,2% : 0,8% ; 1,6% : 0,4%. Pengujian yang dilakukan pada sampel yaitu uji sifat fisik (densitas dan porositas) dan uji sifat mekanik (kuat tekan dan kuat lentur). Nilai densitas minimum diperoleh sebesar 1,33 g/cm³ pada sampel A5, dan sudah memenuhi standar SNI 03-3449-2002. Nilai porositas minimum diperoleh pada sampel A5 sebesar 28,59 %. Nilai kuat tekan maksimum yang diperoleh yaitu pada sampel A1 sebesar 50,87 kg/cm². Nilai kuat lentur maksimum yang diperoleh yaitu pada sampel B5 yaitu sebesar 48 kg/cm². Hasil pengujian yang diperoleh hanya nilai densitas yang sudah memenuhi standar SNI 03-3449-2002. Nilai porositas, kuat tekan dan kuat lentur masih belum memenuhi standar SNI 03-2015-2006.

Research has been carried out on the analysis of the effect of the composition of areca nut and coco fiber on the physical properties of lightweight concrete boards with fine aggregate of rice husks. This study aims to determine the effect of the composition of areca nut and coconut coir fibers on the physical properties of lightweight concrete boards with rice husk fine aggregate. The percentage ratio of areca nut and coco fiber used is 0.4% : 1.6%, respectively; 0.8% : 1.2% ; 1% : 1% ; 1.2% : 0.8% ; 1.6% : 0.4%. The tests carried out on the samples were physical properties (density and porosity) and mechanical properties (compressive strength and flexural strength). The minimum density value obtained is 1.33 g/cm³ in sample A5, and it already meets the standard of SNI 03-3449-2002. While the minimum porosity value obtained in sample A5 is 28.59%. The maximum compressive strength value obtained is in sample A1 of 50.87 kg/cm². The maximum flexural strength value obtained is in sample B5, which is 48 kg/cm². Of the several variables tested, only the density values met the SNI 03-3449-2002 standard. The values of porosity, compressive strength and flexural strength still do not met the standards of SNI 03-2015-2006. However, in this study, it can be seen the effect of the percentage of fiber usage on the resulting lightweight concrete boards.

Copyright © 2021 Author(s). All rights reserved



I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang semakin tinggi dan pembangunan pesat akan meningkatkan kebutuhan akan bahan bangunan. Bahan bangunan yang biasanya digunakan harus memiliki kelebihan, baik dari segi ketahanan maupun efisiensi dalam penggunaannya. Beton merupakan salah satu bahan yang sering digunakan karena sifat dari kuat tekan relatif tinggi, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, perawatan murah, dan dapat dikombinasikan dengan bahan lain (Zulkifly *et al.*, 2013). Bentuk olahan beton yang biasanya digunakan sebagai partisi bangunan dan langit-langit rumah adalah papan beton. Produk olahan papan beton yang berkembang di pasaran umumnya adalah *Glassfiber Reinforced Cement* (GRC). GRC yang beredar di pasaran saat ini juga masih memiliki densitas cukup tinggi yaitu $1,9 \text{ g/cm}^3 - 2,1 \text{ g/cm}^3$. Penggunaan serat kaca pada GRC menjadi perhatian saat ini, karena serat kaca memiliki harga yang mahal dan tidak terurai di dalam tanah sehingga berdampak pada lingkungan (Shiddieq, 2017).

Salah satu opsi sebagai pengganti serat kaca pada papan beton ringan adalah dengan menggunakan serat alam. Keuntungan mendasar yang dimiliki oleh serat alam adalah dapat diperbaharui dan tidak mencemari lingkungan (Renreng *et al.*, 2015). Serat pinang memiliki densitas yang cukup rendah dijadikan serat alam pada papan beton ringan. Papan beton ringan adalah papan beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai densitas tidak lebih dari $1,90 \text{ g/cm}^3$. (Monica and Mahyudin, 2018) menemukan bahwa serat pinang dengan variasi 12 mm menghasilkan densitas senilai $1,66 \text{ g/cm}^3$. Nilai tersebut sudah cukup untuk memenuhi syarat mutu papan. Ketersediaan serat pinang di alam juga sangat banyak, dikarenakan serat pinang merupakan limbah dari buah pinang yang tidak dimanfaatkan.

Papan beton berserat pinang memiliki nilai kuat tekan yang rendah dan belum sesuai syarat papan beton ringan struktural minimum SNI-03-3449-2002 yaitu sebesar $68,9 \text{ kg/cm}^2$. (Monica and Mahyudin, 2018) juga menemukan bahwa serat pinang dengan variasi 9 mm menghasilkan kuat tekan senilai $49,48 \text{ kg/cm}^2$. Nilai ini masih dibawah standar minimum SNI-03-3449-2002, maka dari itu ditambahkan serat alam lainnya dengan tujuan memperbaiki nilai kuat tekan dari papan beton ringan yang dihasilkan. Serat alam yang akan ditambahkan yaitu serat sabut kelapa, dengan kuat tekan lebih baik diharapkan akan memenuhi standar papan beton ringan yang beredar di pasaran. (Wahyuni and Mahyudin, 2019) menemukan bahwa kuat tekan yang dihasilkan pada penggunaan sabut kelapa dengan tambahan alumunium pasta 0,05% dan sikacim 2% setelah didiamkan selama 28 hari senilai 78 kg/cm^2 . Penggabungan dua serat alam seperti serat sawit dan rami meningkatkan sifat mekanik komposit (Jawaid *et al.*, 2013).

Papan beton ringan yang dibuat juga terdapat komponen penyusun yang disebut sebagai agregat ringan. Agregat ringan yang digunakan berasal dari sekam padi murni yang dihaluskan, berperan sebagai agregat halus. (Anggraini and Mahyudin, 2019) menemukan bahwa papan beton ringan dengan persentase 40% sekam padi menghasilkan densitas sebesar $1,48 \text{ g/cm}^3$. Kandungan silika pada sekam padi juga sangat membantu dalam penguatan sekaligus meringankan papan beton. Pemanfaatan sekam padi juga membantu mengurangi limbah pertanian yang biasanya terbuang. (Wahyuni and Mahyudin, 2019) menemukan penggunaan 0,4% alumunium pasta dan 2% *sikacim additive concrete* pada papan beton ringan berserat sabut kelapa mendapatkan nilai densitas minimum senilai $1,71 \text{ g/cm}^3$.

II. METODE

Pembuatan sampel dan pengujian sifat fisik dilakukan di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika Universitas Andalas sedangkan pengujian sifat mekanik dilakukan di Laboratorium Mekanik Politeknik Negeri Padang. Alumunium pasta yang digunakan pada penelitian ini sebesar 0,4% dengan tujuan sebagai material peringan, yang mampu menghasilkan pori-pori pada adonan pasta beton. Penggunaan alumunium pasta juga merupakan salah satu pilihan material peringan yang ramah lingkungan, karena terdiri dari unsur alumunium yang berasal dari alam (Jawaid *et al.*, 2013). *Sikacim additive concrete* sebesar 2% digunakan sebagai material peringan lainnya yang mampu menurunkan densitas dari papan beton ringan. (Wahyuni and Mahyudin, 2019) menemukan pada penggunaan 0,4% alumunium pasta dan 2% *sikacim additive concrete* memperoleh nilai densitas minimum sebesar $1,71 \text{ g/cm}^3$. Variasi penggunaan serat pinang dan serat sabut kelapa pada penelitian ini adalah 0,4% : 1,6% ; 0,8% : 1,2% ; 1% : 1% ; 1,2% : 0,8% ; 1,6% : 0,4% . Papan beton dicetak menggunakan cetakan sampel dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 1 cm untuk pengujian densitas, porositas, kuat tekan, sedangkan ukuran 20 cm x 5 cm x 1 cm untuk pengujian kuat lentur.

Serat yang telah diolah lalu dibersihkan, dan dikeringkan dengan oven suhu 35 °C selama satu jam. Serat dipotong-potong dengan ukuran 1 cm, sebelum dilakukan perendaman menggunakan NaOH 5% selama dua jam dengan tujuan menghilangkan zat pengotor yang masih terdapat pada serat. Serat dibilas bersih dengan aquades, dan dikeringkan pada suhu ruangan selama 24 jam untuk mengilangkan kadar air yang tersisa. Adonan papan beton ringan dibuat dengan komposisi semen : pasir : air sebesar 2 : 1 : 0,4 untuk dua jenis ukuran cetakan. Campuran papan beton juga ditambahkan dengan 0,4% aluminium pasta dan 2% *sikacim additive concrete* sebagai material peringan setelah campuran semen, pasir, dan air tercampur rata. Adonan papan beton dimasukkan sebanyak 50% dari volume cetakan, lalu serat dengan berbagai variasi komposisi disusun diatasnya sebelum dimasukkan sisa adonan beton hingga memenuhi volume cetakan. Sampel dalam cetakan diratakan, kemudian didiamkan selama 28 hari pada suhu ruang. Sampel yang telah didiamkan selama 28 hari, siap dilakukan pengujian.

2.1 Pengujian Densitas

Densitas pada sampel diperoleh dengan menimbang massa kering pada sampel dalam satuan g, lalu dibagi dengan volume dari sampel dalam satuan cm³ yang telah dibuat sebelumnya. Nilai densitas diperoleh menggunakan Persamaan (1).

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

dengan ρ adalah densitas (g/cm³), m adalah massa sampel kering, dan V adalah volume sampel (cm³).

2.2 Pengujian Porositas

Porositas pada sampel diuji untuk mengetahui pori-pori yang terdapat pada papan beton ringan. Sebelumnya massa kering dari sebuah sampel sudah ditimbang dengan neraca digital dan dicatat sebagai (m). Sampel uji direndam dengan air pada wadah dengan suhu 25 °C selama 24 jam, lalu sampel uji dikeringkan permukaannya sehingga tidak ada air menetes. Sampel tersebut ditimbang menggunakan neraca digital dan dicatat hasilnya sebagai massa basah (m_b). Nilai porositas suatu sampel dapat diketahui menggunakan Persamaan (2).

$$P(\%) = \frac{m_b - m}{V} - \frac{1}{\rho_a} \times 100\% \quad (2)$$

dengan P adalah nilai porositas (%), m_b adalah massa basah sampel, m adalah massa kering sampel, V adalah volume sampel, dan ρ_a adalah massa jenis air bernilai 1 g/cm³.

2.3 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dari sampel yang telah dibuat dengan cara, diukur ketebalan sampel menggunakan jangka sorong dan dikalikan dengan panjang sisi sampel yang dijadikan titik tumpu pada saat pengujian menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM). Hasil tersebut dicatat sebagai luas permukaan sampel (A). Diperhatikan saat pengujian kuat tekan, pada beban berapa sampel mengalami retakan pertama, nilai tersebut dicatat sebagai beban retak maksimum (P). Setelah itu dilakukan perhitungan nilai kuat tekan menggunakan Persamaan (3).

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (3)$$

dengan f_c adalah kuat tekan (kg/cm²), P adalah beban retak maksimum sampel (kg), dan A adalah luas permukaan sampel (cm²).

2.4 Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan dengan tahapan, sampel uji dan UTM disiapkan. Jarak antara dua penopang sampel pada UTM dicatat sebagai S . Lebar dari sampel uji dicatat sebagai L , dan tebal dari sampel uji dicatat sebagai T . Sampel yang sedang diuji kuat lentur, beban yang dicapai suatu sampel saat pertama kali retak dicatat sebagai m_p . Perhitungan nilai kuat lentur sampel menggunakan Persamaan (4).

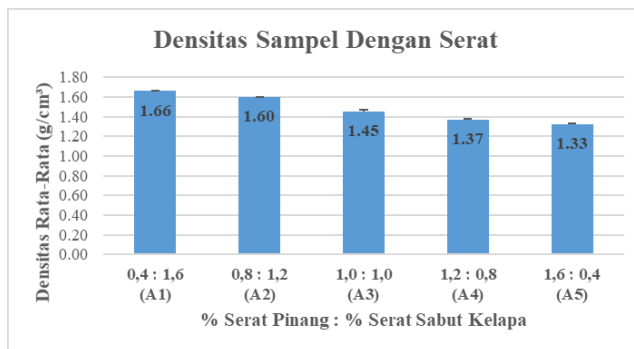
$$f_r = \frac{3m_p S}{2LT^2} \quad (4)$$

dengan f_r adalah kuat lentur (kg/cm^2), m_p adalah beban patah maksimum (kg), S adalah jarak tumpuan sampel (cm), L adalah lebar sampel uji (cm), dan T adalah tebal sampel uji (cm).

III. HASIL DAN DISKUSI

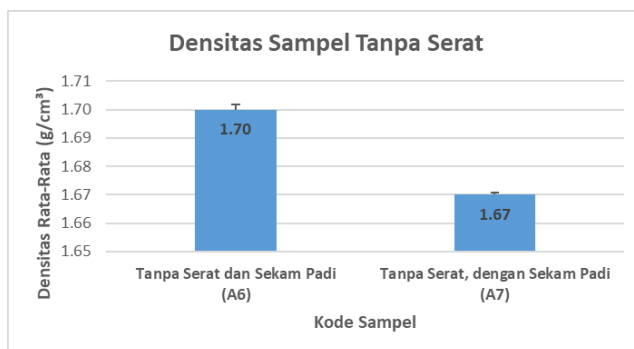
3.1 Densitas

Pengujian densitas diperoleh hasil beragam pada beberapa variasi yang sampel yang dibuat. Nilai densitas yang diperoleh dari sampel A1 hingga A5 sudah memenuhi standar SNI 03-2015-2006 yaitu dengan nilai $< 1,90 \text{ g/cm}^3$. Nilai densitas yang dihasilkan pada penelitian ini diperkuat oleh hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Wahyuni and Mahyudin, 2019) yang menemukan bahwa penggunaan aluminium pasta 0,4 % dan sikacim 2 % menghasilkan papan beton dengan nilai densitas sebesar $1,71 \text{ g/cm}^3$. Rendahnya nilai densitas yang diperoleh karena terbentuk banyak pori dalam papan beton, akan mengakibatkan meningkatnya nilai porositas yang dihasilkan. Nilai ini juga lebih rendah daripada densitas papan GRC pasaran yaitu $1,9 - 2,1 \text{ g/cm}^3$.



Gambar 1 Densitas pada variasi sampel yang menggunakan serat

Densitas yang diperoleh pada variasi sampel yang tidak menggunakan serat dapat dilihat pada Gambar 2 bahwa nilai densitas yang diperoleh lebih besar. Sampel yang tidak menggunakan serat dan sekam padi sebagai agregat halus diperoleh nilai densitas sebesar $1,70 \text{ g/cm}^3$. Sampel yang tidak menggunakan serat, tapi menggunakan sekam padi sebagai agregat halus menghasilkan nilai densitas sebesar $1,67 \text{ g/cm}^3$. Perbandingan antara papan beton ringan yang menggunakan serat dan yang tidak menggunakan serat, dapat dilihat pengaruh penggunaan serat sebagai peringan dari papan beton tersebut.



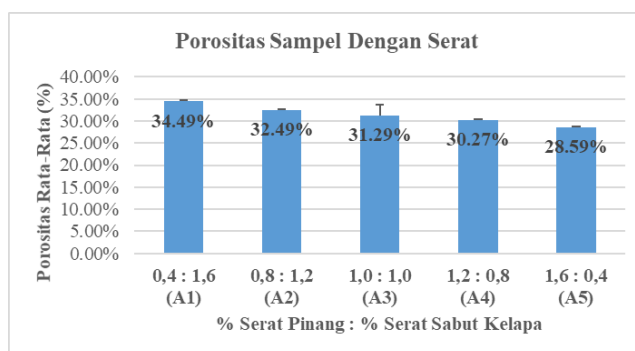
Gambar 2 Densitas pada variasi sampel yang tidak menggunakan serat

Penggunaan dua jenis serat yang berbeda pada penelitian ini seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1 menunjukkan bahwa disaat persentase serat pinang meningkat, nilai densitas yang diperoleh akan menurun. Berdasarkan sifat fisik dari serat pinang yaitu memiliki densitas sebesar $0,7 \text{ g/cm}^3$, sedangkan serat sabut kelapa memiliki nilai densitas sebesar $1,7 \text{ g/cm}^3$. Penggunaan serat pinang menghasilkan densitas yang lebih baik dibandingkan penggunaan serat sabut kelapa pada papan beton ringan. Hal ini didukung oleh dua penelitian sebelumnya, (Wahyuni and Mahyudin, 2019)

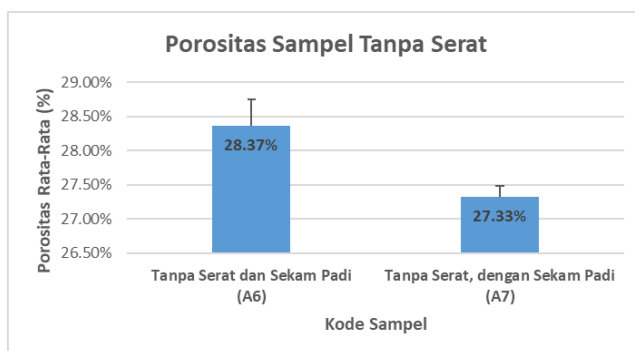
menggunakan serat sabut kelapa pada papan beton ringan menghasilkan nilai densitas terkecil hanya $1,71 \text{ g/cm}^3$, sedangkan (Monica and Mahyudin, 2018) menggunakan serat pinang pada papan beton ringan menghasilkan nilai densitas terkecil yaitu $1,66 \text{ g/cm}^3$.

3.2 Porositas

Pengujian porositas telah dilakukan diperoleh beragam nilai dari beberapa variasi serat pada sampel seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3. Terjadi penurunan dari nilai porositas yang diperoleh seiring dengan bertambahnya persentase penggunaan serat pinang pada sampel. Sampel A1 yang menggunakan 0,4% serat pinang dan 1,6% serat sabut kelapa, menghasilkan nilai porositas sebesar 34,49%, nilai ini merupakan nilai porositas terbesar dibandingkan sampel lainnya. Nilai terkecil yang didapatkan pada sampel papan beton ringan yang menggunakan serat terdapat pada sampel A5 sebesar 28,59%. Porositas yang diperoleh dari beberapa sampel menggunakan serat belum memenuhi standar SNI 03-2015-2006 yaitu dengan nilai $< 25\%$.



Gambar 3 Porositas pada variasi sampel yang menggunakan serat



Gambar 4 Porositas pada variasi sampel yang tidak menggunakan serat

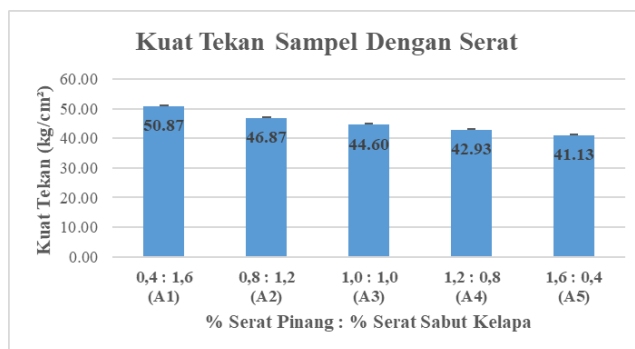
Diperhatikan pada Gambar 4, nilai porositas dari sampel yang tidak menggunakan serat. Sampel A6 merupakan variasi sampel yang tidak menggunakan serat dan tidak menggunakan sekam padi sebagai agregat halus, diperoleh porositas sebesar 28,37%. Porositas yang diperoleh pada sampel A7 yang merupakan variasi sampel tidak menggunakan serat namun menggunakan sekam padi sebagai agregat halus, sebesar 27,33%. Nilai porositas sampel menggunakan serat dengan sampel yang tidak menggunakan serat, sampel yang tidak menggunakan serat memiliki nilai porositas yang lebih kecil dan mendekati nilai standar SNI 03-2015-2006. Hal ini disebabkan oleh dua jenis serat yang berada pada papan beton yang dihasilkan tidak mampu berikatan dengan baik. Ikatan antar serat tidak terbentuk dengan baik karena dua jenis serat yang digunakan memiliki sifat yang berbeda dan tidak bisa berikatan.

Hal ini sesuai dengan yang ditemukan oleh (Wahyuni and Mahyudin, 2019) bahwa penggunaan serat sabut kelapa pada papan beton ringan dengan aluminium pasta 0,4% menghasilkan porositas sebesar 39,1%. (Anggraini and Mahyudin, 2019) menemukan bahwa penggunaan serat pinang pada papan beton ringan yang dihasilkan dengan agregat halus sekam padi menghasilkan nilai porositas sebesar 23,78% pada variasi 40% sekam padi. Penggunaan serat sabut kelapa pada papan beton ringan menghasilkan nilai porositas yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan serat pinang.

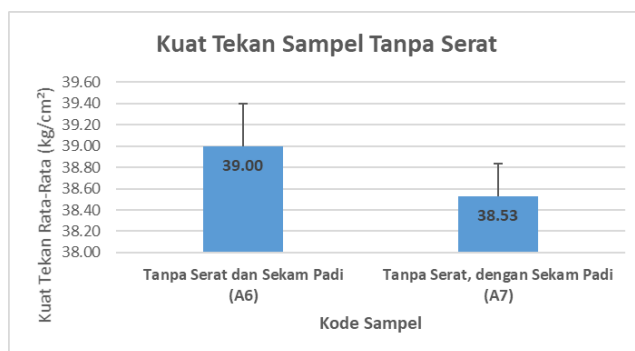
Penggunaan alumunium pasta 0,4% juga salah satu penyebab tingginya porositas yang dihasilkan, karena terbentuknya pori-pori kecil dalam papan beton ringan.

3.3 Kuat Tekan

Dilihat pada gambar 5, beragam nilai kuat tekan yang diperoleh pada beberapa variasi sampel menggunakan serat. Gambar 6 menunjukkan nilai kuat tekan yang diperoleh pada sampel A6 yang tidak menggunakan serat, diperoleh nilai kuat tekan pada sampel yang tidak menggunakan serat dan sekam padi sebagai agregat halus sebesar 39 kg/cm². Sampel dengan kode A7 yang merupakan sampel tidak menggunakan serat namun menggunakan sekam padi sebagai agregat halus, diperoleh kuat tekan sebesar 38,53 kg/cm².



Gambar 5 Kuat tekan pada variasi sampel yang menggunakan serat



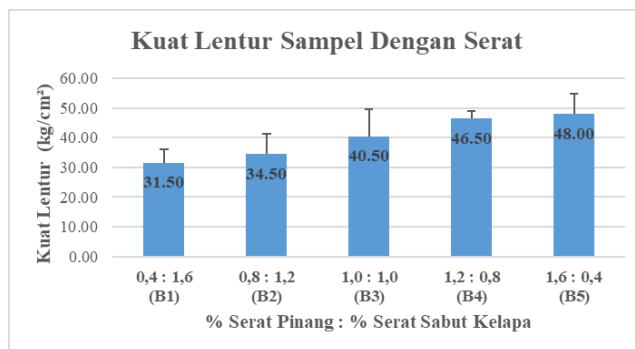
Gambar 6 Kuat tekan pada variasi sampel yang tidak menggunakan serat

Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada kode sampel A1 yang menggunakan persentase 0,4% serat pinang dan 1,6% serat sabut kelapa, yaitu sebesar 50,87 kg/cm². Nilai kuat tekan terendah diperoleh pada sampel A5 yang menggunakan 1,6% serat pinang dan 0,4% serat sabut kelapa. Nilai kuat tekan yang dihasilkan dari beberapa sampel yang dibuat masih belum memenuhi standar SNI 03-3449-2002 yaitu antara 68,9 – 172,4 kg/cm². Nilai kuat tekan yang tertinggi diperoleh pada penelitian ini sebesar 50,87 kg/cm², dan nilai ini masih belum memenuhi standar SNI 03-3449-2002.

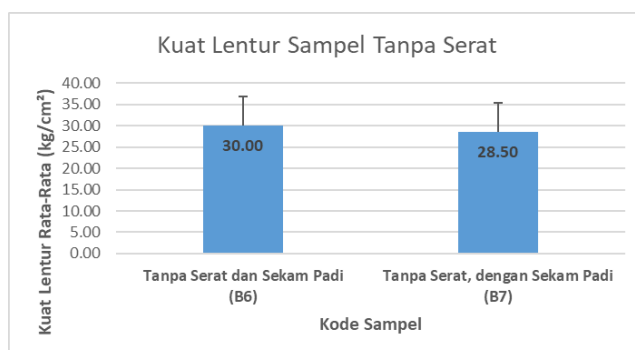
Terdapat pengaruh penggabungan dua jenis serat alam yang berbeda, pada penelitian ini menggunakan serat pinang dan serat sabut kelapa. Nilai ini terus menurun seiring berkurangnya persentase serat sabut kelapa yang digunakan pada sampel. Penggunaan serat pinang hal sebaliknya terjadi. Nilai kuat tekan sampel yang menggunakan serat lebih baik daripada sampel yang tidak menggunakan serat. Penggunaan dua jenis serat alam yang berbeda pada penelitian kali ini juga terbukti mampu meningkatkan sifat mekanik dari papan beton. Papan beton ringan dengan serat pinang yang diteliti oleh (Monica and Mahyudin, 2018) menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi hanya sebesar 46,80 kg/cm². Serat sabut kelapa yang ditambahkan pada penelitian kali ini terbukti mampu meningkatkan sifat mekanik, yang pada kali ini berupa kuat tekan. (Jawaid *et al.*, 2013) sebelumnya juga sudah menjelaskan bahwa penggunaan dua serat alam yang berbeda akan meningkatkan sifat mekanik dari komposit, kali ini merupakan papan beton ringan.

3.4 Kuat Lentur

Nilai kuat lentur yang diperoleh pada beberapa sampel cukup beragam dari beberapa variasi sampel. Nilai kuat lentur yang diperoleh belum ada yang memenuhi standar SNI 03-3449-2002, baik dari sampel yang menggunakan serat maupun yang tidak menggunakan serat. Penggunaan serat pada papan beton ringan dapat dilihat bahwa dapat meningkatkan nilai kuat lenturnya seperti yang dapat dibandingkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7 Kuat lentur pada variasi sampel yang menggunakan serat



Gambar 8 Kuat lentur pada variasi sampel yang tidak menggunakan serat

Hasil dari pengujian kuat lentur pada penelitian kali ini dapat dilihat bahwa adanya pengaruh penggunaan dua serat berbeda pada papan beton ringan. Penggunaan serat pinang dengan persentase yang terus meningkat mulai dari sampel dengan kode B1 hingga B5 mampu meningkatkan nilai kuat lentur dari papan beton yang dihasilkan. (Monica and Mahyudin, 2018), sebelumnya menemukan bahwa penggunaan serat pinang pada papan beton ringan menghasilkan nilai kuat lentur sebesar 46,8 kg/cm². (Wahyuni and Mahyudin, 2019) menemukan bahwa serat sabut kelapa yang digunakan pada papan beton ringan memperoleh nilai kuat tekan sebesar 36 kg/cm².

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan densitas terendah papan beton ringan pada sampel A5 penggunaan 1,6% serat pinang dan 0,4% serat sabut kelapa sebesar 1,33 g/cm³. Nilai densitas tersebut sudah memenuhi standar SNI 03-2015-2006, sedangkan nilai porositas, kuat tekan dan kuat lentur masih belum memenuhi standar SNI 03-3449-2002. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada sampel A1, yaitu penggunaan 0,4% serat pinang dan 1,6% serat sabut kelapa sebesar 50,87 kg/cm². Penambahan serat sabut kelapa pada papan beton ringan menjadikan nilai kuat tekan lebih baik jika dibandingkan dengan papan beton ringan yang hanya menggunakan serat pinang. Penggunaan serat pinang pada papan beton ringan menghasilkan nilai kuat lentur yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Anggraini, R. and Mahyudin, A. (2019), "Pengaruh Penambahan Sekam Padi dengan Tambahan Serat Pinang Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Ringan", *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 8 No.

- 1, pp. 34–40.
- Jawaid, M., Khalil, H.P.S.A., Hassan, A., Dungani, R. and Hadiyane, A. (2013), “Effect of jute fibre loading on tensile and dynamic mechanical properties of oil palm epoxy composites”, *Composites Part B: Engineering*, Elsevier, Vol. 45 No. 1, pp. 619–624.
- Monica, S. and Mahyudin, A. (2018), “Pengaruh Panjang Serat Pinang Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Ringan”, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 7 No. 3, pp. 222–227.
- Renreng, I., Muchsin, A.H. and Mandala, L.F. (2015), “Kekuatan Tarik Komposit Serat Kelapa (Cocos Nucifera) Dengan Perlakuan Curcuma Domestica”, *Jurnal Mekanikal*, Vol. 6 No. 1.
- Shiddieq, I.A.S. (2017), “Penggunaan Limbah Serabut Kelapa Sebagai Pengganti Serat Fiber pada Pembuatan Panel Dinding Glassfiber Reinforced Cement”, *Rekayasa Teknik Sipil*, Vol. 3 No. 3/REKAT/17.
- Wahyuni, D. and Mahyudin, A. (2019), “Pengaruh Penambahan Aluminium Pasta dengan Sikacim Concrete Additive atau Katalis Mekpo Terhadap Sifat Fisis Papan Beton Ringan Berserat Sabut Kelapa”, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 8 No. 2, pp. 191–197.
- Zulkifly, Z., Aswad, N.H. and Talanipa, R. (2013), “Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Beton Normal”, *STABILITA|| Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, Vol. 1 No. 2, pp. 121–128.